氮肥晚期施用對水稻產量之影響

邱 再 發※

一、前 言

一般水稻產量愈多者，其無機養分之吸收量也愈多。爲使稻谷增產，需要供給更多的養分，以利水稻吸收，但多量肥料之施用不一定可達到增產之目的。如何使多量肥料完全被水稻吸收以利稻谷增產，爲亟待研究之問題，依過去本省水稻肥料試驗結果均顯示氮肥之施用方法影響稻谷產量頗大，例如穗肥之效果已由各地區農業改良場反復證明，齊穗期氮肥（粒肥）亦有少數有效例子。

本試驗之目的爲在各種土壤及不同氮肥施用方法之下，探求水稻氮素營養與產量之關係，並闡明氮肥之晚期多量增施效果，俾資施肥改進之參考。

二、試驗材料及方法

使用兩種品種，蓬萊種——新竹56號及在萊種——矮脚尖。在三處不同水田土壤即(1)羅東粘板岩冲積土，(2)樹林砂岩頁岩冲積土，(3)桃園紅壤進行田間試驗。兩品種分開爲兩試驗區各試驗小區，田間設計爲：7種肥料處理，5個重複共35小區，小區面積 1/1000 公頃，隨機區集排列，每小區栽植250欉，栽植行距25cm×16cm。

肥料處理注重於水稻生育中期之氮缺乏，配合生育晚期之多量氮素追肥。另使用臺製化成肥料16～8～12（尿素系）及日製化成肥料15～15～10（磷銨系）以硫銨做比較，探究其肥效，處理內容如表1。

表一、田間試驗肥料處理內容

處理			各時期氮素用量 N 公斤/公頃						
			插秧後日數						
區號	區名	三要素量（公斤/公頃）$N-P_2O_5-K_2O$	-1 -1	15 1	25 18	65 50	75 58	85 65	95（一期） 72（二期）
1	硫銨N100對照區	100-60-60	50	25	25	—	—	—	—
2	硫銨N100晚施區	100-60-60	30	30	—	20	10	5	5
3	硫銨N120晚施區	120-60-60	36	36	—	24	12	6	6
4	硫銨N140晚施區	140-60-60	42	42	—	28	14	7	7
5	尿素N140晚施區	140-60-60	42	42	—	28	14	7	7
6	日製化成肥料區	100-100-60	50	25	25	—	—	—	—
7	臺製化成肥料區	100-50-75	50	25	25	—	—	—	—

※農試所技正

水稻生育各時期採取水稻樣本，以農業試驗所植物營養研究室經常分析之迅速測定法，定量樣本中氮磷鉀含量。本試驗於57年進行，計有第1期及第2期，兩期作。

三、試驗結果與討論

57年田間試驗結果，顯示氮肥晚期施用處理，對稻谷產量有顯著的增產效果。兩品種×兩期作×三處試驗地即共12個肥料試驗之中稻谷產量處理間差異達1％顯著標準者有9個，另3個試驗，稻谷雖有增產，但未達到顯着標準（如表2、表3）。

本試驗所使用之矮脚尖及新竹56號，均爲本省北部產量較高之品種，此兩品種對氮肥處理都表現同樣的效應，即對多氮晚期施用處理，尤其第4處理（N140 晚施）有顯著的增產。第一期作新竹56號對氮肥之效應比矮脚尖爲大，即前者增產率12％後者6％，但在第二期作新竹56號，增產6％，矮脚尖增產11％，矮脚尖第一期作之稻谷平均產量比新竹56號爲高，但在第二期作新竹56號反而比矮脚尖爲高。稻谷產量之兩期作總平均結果，兩品種間差異甚微，即矮脚尖，稻谷平均產量爲4.93公噸/公頃，新竹56號爲5.00公噸/公頃。

由生育調查結果（表4及5）可以看出，有增產之處理區水稻之穗數並無顯明的增加，所以增產之直接要素是穗重之增加。本試驗之處理重點爲氮肥之晚期施用，基肥及早期追肥僅促進適當的分蘗數，即獲得適當的穗數爲目的，而全部氮肥之40％供晚期施用，即出穗前約20天至成熟期（收穫前20天）分四次施用。此晚期施肥之主要目的爲增加穗重，期待對一穗粒數千粒重或稔實率等產量構成要素有良好效果而引起穗重之增加。

由株高之調查結果可知氮肥多量施用很明顯的促進蓬萊種水稻之株高，同時有稻谷增產之效果。對矮性在萊種，矮脚尖之株高並無影響。水稻收穫時另調查止葉（最後伸長出來之葉片，即穗下面之第一葉）之長度。關於株高及止葉長對稻谷產量之相關如何，由新竹56號水稻統計分析結果顯示，本試驗之水稻株高與稻谷產量之相關係數爲 r＝0.78，但止葉長與稻谷產量之相關更大 r＝0.87。產量與株高或產量與止葉之相關規則在一般水稻田也許不能適用，但如本試驗在同一環境下之水田，若應用合理的氮肥施用技術，可增加止葉長或株高者，似可增加稻谷產量，地點不同時水稻株高相差很大。對同一品種而言，樹林之株高比桃園及羅東兩處較高。

關於兩期作之水稻產量比較，稻谷產量第一期作比第二期作爲高，但藁產量第二期作比第一作爲高，與本省一般水稻產量情況相同。第一期作產量總平均爲谷5.11公噸／公頃，藁4.29公噸／公頃，谷藁比率爲 119.／100。第二期作之產量總平均谷 4.82 公噸／公頃，藁4.98公噸／公頃，谷／藁比率爲 97／100。出穗期第一期作爲插秧後79天至82天，第二期作爲60天至64天（表6）。本試驗之晚期施肥日期爲第一期作65～95天，第二期作50～72天。剛在出穗期前後都有多量氮肥之施用。雖然兩品種在各地之出穗期不一致，但試驗結果表示，將全部氮肥之40％分施在此期間施用方法，不但沒有減產之危險而各地都有增產之效果。

一般農家之慣行氮肥施用法，即對照區之 N100 公斤／公頃分三次施用，與同量氮肥分六次施用，即第 2 處理之晚期施肥區比較時，前者谷產量4.81公噸／公頃而後者5.00公噸／公頃得增產 4 %，若氮施肥量提高再配合晚期施用時，如第 3 處理 N120 公斤，可增產 6 %，而第 4 處理N140公斤，可得增產 9 %。

近年來農復會輔助農林廳所屬各改良場之水稻氮肥分施試驗數十處，其結果表示氮肥之分施或穗肥之施用效果毫無疑問。但由各地環境之不同，對於如何分施即各時期之施用量應多少尚無定論。綜合歷年來之試驗成果，穗肥施用有約80%之機會可獲得增產，其增產率約在10%左右，其施肥量以 N20～25 公斤／公頃，即全部氮肥之 20～25% 爲適。由於氮肥對水稻增產之重要性，氮肥施用技術及分施方法有繼續研究以求改進之必要。本試驗之施肥方法爲氮肥總施量之40%在晚期分爲四次施用，包括出穗前約25天之穗肥，齊穗期之粒肥及成熟期之適量追肥等。此種施肥法與以往本省之施肥法不同，係一種新的嘗試，値得檢討。按日本近年來稻米之增產施肥技術之改進所貢獻者不少，其氮肥施用法，在溫暖地區晚期施用量比率佔全部氮肥之40%以上時亦會得增產效果。又日本松島氏之施肥技術近年來頗被接受，他報告各時期氮肥之重要性，提出氮素追肥之V字型多收理論，即水稻生育中期，穗頸分化期，（營養成長期與生殖成長期之中間）之氮肥施用，減低水稻澱粉含量及增加不受精谷粒與株高而可引起減產，此時期需要注意氮素之過剩。所以本試驗處理注重於生育中期，缺氮之造成，配合晚期之多氮施用，以明本省土壤之效果如何。試驗結果如上述，晚期施肥可得增產並氮肥施用量增多時，其效果愈高，譬如 N140 公斤／公頃時增產 9 %，但超過一般施肥量的多量氮肥，若在一般施肥法，施用時是否可得增產尙有疑問，似有減產之危險。總言之，此結果指示，氮肥用量若配合晚期施用者必可增加，也許超過 140 公斤／公頃尙可增產。換言之，已往之氮肥施用適量在 N80～120 公斤／公頃之觀念可能需要修改。

關於硫銨與尿素之比較，即處理 4 （硫銨N140區）與處理 5 （尿素 N140 區）前者谷產量 5.22公噸／公頃（指數109），後者谷產量爲 5.11公噸／公頃（指數 107）。若硫銨區做爲 100 時尿素區指數爲98相差 2 %。過去農試所進行六年之硫銨、尿素比較田間試驗，亦得相同結果，即尿素對水稻肥效比硫銨差 2 %，使用土壤滲濾水裝置 Lysimete 進行之硫銨與尿素比較肥料試驗四年平均結果，谷產量硫銨區做 100 時，尿素區爲97。水稻對硫銨之氮吸收率高於尿素，前者爲38%，後者爲33%，但兩者肥料之氮素土壤滲濾損失率各約 6 %，相差甚微，雖然同量氮素施用之下，硫銨比尿素略優，但使尿素施用量增多時，尿素可能達到與硫銨相同之效果。

第 7 處理之臺製化成肥料區爲臺灣肥料公司出品，以尿素與磷鉀肥混合製造之 16—8—12配方複合肥料，其谷產量，指數爲97，比對照區（硫銨）低 3 %。第 6 處理之日製化成肥料區爲日本日產化學工業株式會社出品之15—15—10，配方硫銨係之化成肥料。其谷產量指數102、比對照區硫銨略優 2 %。磷銨系肥料可能易被土壤保持，氮素損失較少，但其肥效較高是否與此點有關，或因其磷素含量高，在此無法下結論。

四、結　　論

羅東、樹林、桃園三處，使用矮脚尖及新竹56號兩品種進行不同氮肥施用法之田間試驗

，以探求氮肥之晚期施用效果，俾資施肥技術之改進。茲將田間試驗所得結果列於後。

(1)同量氮肥（N100 公斤／公頃）施用之下，晚期施肥較對照區之慣行施肥可得稻谷增產４％，晚期施用配合氮肥之多施即N120公斤／公頃時可增產６％，而 N140公斤／公頃時可增產９％。

(2)矮脚尖及新竹56號，兩品種對氮肥處理都表現同樣效應，即對多氮晚期施肥有顯著的增產，平均稻谷產量兩品種間差異甚微，即矮脚尖4.93公噸／公頃，新竹56號5.00公噸／公頃。

(3)尿素區稻谷產量接近硫銨區產量，前者5.11公噸／公頃，後者5.22公噸／公頃，相差２％。

(4)磷銨系化成肥料之肥效比硫銨及尿素系化成肥料爲優，其稻谷產量指數各爲磷銨系化成肥料102，硫銨100，尿素系化成肥料97％。

表二、肥料處理對水稻產量之影響（五十七年第一期作）　　單位：公噸／公頃

品種	處理	羅東		桃園		樹林		平均	
		谷（指數）	藁（指數）	谷（指數）	藁（指數）	谷（指數）	藁（指數）	谷（指數）	藁（指數）
矮腳尖	1. N100對照	4.94(100)	3.36(100)	4.59(100)	5.00(100)	5.78(100)	4.52(100)	5.10(100)	4.29(100)
	2. N100晚施	4.84(98)	3.24(96)	4.41(96)	5.01(100)	6.00(104)	4.66(103)	5.08(100)	4.30(100)
	3. N120晚施	4.98(101)	3.38(101)	4.55(99)	4.57(91)	6.32(109)	5.15(114)	5.28(104)	4.37(102)
	4. N140晚施	5.18(105)	3.60(107)	4.56(99)	5.21(104)	6.43(111)	4.95(110)	5.39(106)	4.59(107)
	5. N140（尿）晚施	5.24(106)	3.60(107)	4.74(103)	4.23(85)	6.02(104)	5.29(117)	5.33(105)	4.37(102)
	6. 日化成肥	4.92(100)	3.44(102)	4.68(102)	4.99(100)	5.92(102)	4.82(107)	5.17(101)	4.42(103)
	7. 臺化成肥	4.36(88)	3.08(92)	4.28(93)	4.94(99)	5.60(97)	4.59(102)	4.75(93)	4.20(98)
	F 5%2.51 1%3.67	5.83**	3.12**	2.02N.S	1.66N.S	8.37**	1.19N.S		
新竹56	1. N100對照	4.62(100)	3.00(100)	3.99(100)	4.77(100)	5.90(100)	4.74(100)	4.84(100)	4.17(100)
	2. N100晚施	4.50(97)	2.60(87)	4.59(115)	5.06(106)	6.43(109)	4.85(102)	5.17(107)	4.17(100)
	3. N120晚施	4.84(105)	2.90(97)	4.38(110)	4.84(101)	6.31(107)	5.06(107)	5.18(107)	4.27(102)
	4. N140晚施	5.22(113)	3.24(108)	4.54(114)	4.61(97)	6.57(111)	5.67(120)	5.44(112)	4.51(108)
	5. N140(尿)晚施	5.06(110)	3.28(109)	4.41(111)	4.65(97)	6.49(110)	5.36(113)	5.32(110)	4.43(106)
	6. 日化成肥	4.62(100)	2.98(99)	4.14(104)	4.37(92)	5.77(98)	4.90(103)	4.84(100)	4.08(98)
	7. 臺化成肥	4.04(87)	2.48(88)	3.85(97)	4.81(101)	5.78(98)	4.35(92)	4.56(94)	3.88(93)
	F 5%2.51 10%3.67	12.91**	11.21**	4.35**	N.S	13.07**	4.36**		

表三、肥料處理對水稻產量之影響（五十七年第二期作）　　單位：公噸／公頃

品種	處理	羅東		桃園		樹林		平均	
		谷（指數）	藁（指數）	谷（指數）	藁（指數）	谷（指數）	藁（指數）	谷（指數）	藁（指數）
矮腳尖	1. N100對照	4.54(100)	4.64(100)	4.87(100)	5.78(100)	3.78(100)	4.23(100)	4.40(100)	4.88(100)
	2. N100晚施	4.88(107)	4.20(91)	5.21(107)	5.63(97)	4.34(114)	5.03(119)	4.81(109)	4.95(101)
	3. N120晚施	4.98(100)	4.64(100)	5.19(107)	5.82(101)	4.27(112)	4.82(114)	4.81(109)	5.09(104)
	4. N140晚施	5.18(114)	5.00(108)	5.27(108)	5.81(100)	4.23(111)	4.98(118)	4.89(111)	5.26(108)
	5. N140（尿）晚施	5.06(111)	4.66(100)	5.25(108)	5.48(95)	4.29(113)	4.65(110)	4.86(110)	4.93(101)
	6. 日化成肥	4.80(106)	4.80(103)	5.09(105)	6.02(104)	3.86(102)	4.51(107)	4.58(104)	5.11(105)
	7. 臺化成肥	4.60(103)	4.48(97)	4.90(101)	5.67(98)	4.01(105)	4.31(102)	4.52(103)	4.82(99)
	F 5% 2.51 1% 3.97	3.96**	2.56N.S	N.S	N.S	4.00**	3.09*		

新竹五六	1. N100對照	5.14(100)	3.98(100)	5.66(100)	6.16(100)	3.83(100)	5.02(100)	4.88(100)	5.05(100)
	2. N100晚施	4.84(94)	3.82(96)	5.92(105)	5.74(93)	4.02(105)	4.32(86)	4.93(101)	4.63(92)
	3. N120晚施	5.06(98)	3.99(98)	6.06(107)	6.18(100)	3.97(104)	4.92(96)	5.03(103)	5.00(99)
	4. N140晚施	5.36(104)	4.26(107)	6.06(107)	6.08(99)	4.02(105)	4.86(97)	5.15(106)	5.07(100)
	5. N140(尿)晚施	4.88(95)	3.80(96)	5.94(105)	5.80(94)	3.90(102)	4.84(96)	4.91(101)	4.81(95)
	6. 日化成肥	5.14(100)	3.72(93)	5.56(98)	6.32(103)	3.98(104)	4.98(99)	4.89(100)	5.01(99)
	7. 臺化成肥	4.66(91)	3.78(95)	5.84(103)	6.56(106)	3.88(101)	4.96(98)	4.79(98)	5.10(101)
	F 5% 2.51 1% 3.67	4.01**	1.65NS	3.58**	1.88NS	N.S.	1.89		

表四、五十七年第一期作試驗收穫時之水稻株高及每欉穗量

品種	處理	羅東 株高(公分)	羅東 穗數(支)	桃園 株高(公分)	桃園 穗數(支)	樹林 株高(公分)	樹林 穗數(支)	平均 株高(公分)	平均 穗數(支)
矮脚尖	1. N 100 對照	86.4	11.1	83.2	12.0	89.2	11.8	86.3	11.6
	2. N 100 晚施	84.4	11.1	79.4	11.8	92.8	13.3	85.5	12.1
	3. N 120 晚施	85.2	10.9	79.6	11.0	89.6	12.8	84.8	11.6
	4. N 140 晚施	87.2	12.4	79.2	10.5	90.6	14.0	85.7	12.3
	5. N140(尿)晚施	86.2	11.5	82.8	11.6	92.0	16.2	87.0	12.8
	6. 日化成肥	86.8	11.9	87.0	11.0	88.8	11.4	87.5	11.4
	7. 臺化成肥	85.8	10.1	81.2	11.8	88.4	11.8	85.1	10.8
	平均	86.0	11.3	81.7	11.2	90.2	13.0	86.0	11.8
新竹五六	1. N 100 對照	105	9.9	96.6	12.8	103	15.3	101.5	12.7
	2. N 100 晚施	101	7.0	95.0	11.2	109	14.4	101.7	10.9
	3. N 120 晚施	104	11.1	97.4	10.4	112	15.6	104.5	12.4
	4. N 140 晚施	106	11.1	95.0	11.2	112	17.1	104.7	13.1
	5. N140(尿)晚施	103	10.7	98.0	12.3	107	13.7	104.7	12.2
	6. 日化成肥	104	10.6	97.8	12.3	105	13.0	105.8	12.0
	7. 臺化成肥	108	9.7	95.0	11.3	102	12.8	101.7	11.3
	平均	105.3	10.0	96.4	11.5	107.3	14.6	103.0	12.0

表五、五十七年第二期作試驗收穫時之水稻株高及每欉穗數

品種	處理	羅東 株高（公分）	羅東 穗數（支）	桃園 株高（公分）	桃園 穗數（支）	樹林 株高（公分）	樹林 穗數（支）	平均 株高（公分）	平均 穗數（支）
矮脚尖	1. N 100 對照	84.9	12.9	88.1	16.2	90.3	15.4	87.8	14.8
	2. N 100 晚施	81.2	12.7	86.0	13.7	87.9	16.4	85.0	14.3
	3. N 120 晚施	84.2	11.4	85.8	12.5	89.1	16.2	86.4	13.4
	4. N 140 晚施	83.9	13.3	86.3	13.3	90.8	17.1	87.0	14.6
	5. N140（尿）晚施	82.4	11.4	85.9	14.6	89.8	16.0	86.0	14.0
	6. 日化成肥	84.2	11.8	89.0	15.0	89.1	16.3	87.4	14.4
	7. 臺化成肥	84.3	11.0	89.5	14.0	89.4	14.9	87.7	13.3
	平均	83.6	12.1	87.2	14.1	89.5	16.0	86.8	14.1
新竹五六	1. N 100 對照	97.2	11.9	108.9	14.0	115.3	12.4	107.1	12.8
	2. N 100 晚施	94.1	9.7	103.9	13.2	110.5	12.7	103.2	11.9
	3. N 120 晚施	96.1	10.3	106.3	12.2	111.4	13.3	104.6	11.9
	4. N 140 晚施	100.1	12.2	106.4	14.6	112.3	11.9	106.2	12.9
	5. N140（尿）晚施	95.6	10.2	104.9	11.0	114.1	11.1	104.9	10.8
	6. 日化成肥	95.2	11.0	108.2	12.0	115.2	12.5	106.2	11.8
	7. 臺化成肥	95.9	10.1	106.9	15.6	111.8	13.0	104.7	12.9
	平均	96.3	10.8	106.5	13.2	113.0	12.4	105.3	12.1

表六、水稻之出穗與收穫日期及其插秧後日數

	調查項目		羅東	桃園	樹林	平均
第一期作	插秧（月：日）		Ⅲ：27	Ⅳ；7	Ⅲ：21	
	出穗期	矮脚尖	Ⅵ：14（79天）	Ⅵ：21（75天）	Ⅵ：12（83天）	（79天）
		新竹56	Ⅵ：14（79天）	Ⅵ：24（78天）	Ⅵ：19（90天）	（82天）
	收穫期	矮脚尖	Ⅶ：11（106天）	Ⅶ：15（99天）	Ⅶ：13（114天）	（106天）
		新竹56	Ⅶ：11（106天）	Ⅶ：95（113天）	Ⅶ：22（123天）	（114天）
第二期作	插秧（月：日）		Ⅷ：15	Ⅷ：16	Ⅷ：7	
	出穗期	矮脚尖	Ⅹ：21（67天）	Ⅹ：11（56天）	Ⅹ：4（56天）	
		新竹56	Ⅹ：17（63天）	Ⅹ：16（61天）	Ⅹ：15（69天）	
	收穫期	矮脚尖	Ⅺ：27（104天）	Ⅺ：21（97天）	Ⅺ：12（97天）	
		新竹56	Ⅻ：6（113天）	Ⅻ：7（113天）	Ⅺ：26（112天）	

註：括弧內數字爲挿秧後日數。